

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004 年 4 月 22 日 (22.04.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/034469 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H01L 27/105, 43/08, G11C 11/15  
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/011939  
(22) 国際出願日: 2003 年 9 月 18 日 (18.09.2003)  
(25) 国際出願の言語: 日本語  
(26) 国際公開の言語: 日本語  
(30) 優先権データ:  
特願2002-294356 2002 年 10 月 8 日 (08.10.2002) JP  
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 Tokyo (JP).  
(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉原 宏

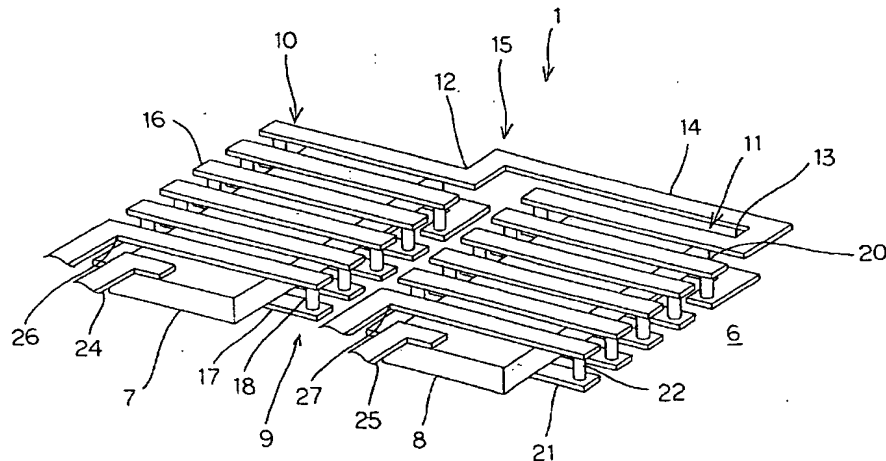
(YOSHIHARA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒814-0001 福岡県福岡市早良区百道浜 2 丁目 3 番 2 号 ソニーセミコンダクタ九州株式会社内 Fukuoka (JP). 森山 勝利 (MORIYAMA, Katsutoshi) [JP/JP]; 〒814-0001 福岡県福岡市早良区百道浜 2 丁目 3 番 2 号 ソニーセミコンダクタ九州株式会社内 Fukuoka (JP). 森 寛伸 (MORI, Hironobu) [JP/JP]; 〒814-0001 福岡県福岡市早良区百道浜 2 丁目 3 番 2 号 ソニーセミコンダクタ九州株式会社内 Fukuoka (JP). 岡崎 信道 (OKAZAKI, Nobumichi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 内野 美洋, 外 (UCHINO, Yoshihiro et al.); 〒810-0021 福岡県福岡市中央区今泉 2 丁目 4 番 2 6 号 今泉コーポラス 1 階 Fukuoka (JP).

(続葉有)

(54) Title: MAGNETIC STORAGE DEVICE USING FERROMAGNETIC TUNNEL JUNCTION ELEMENT

(54) 発明の名称: 強磁性トンネル接合素子を用いた磁気記憶装置



(57) **Abstract:** There is provided a complementary magnetic storage device capable of accurately writing storage data into a pair of ferromagnetic tunnel junction elements, thereby improving the reliability. In the complementary magnetic storage device, antithetical storage data is stored in a first ferromagnetic tunnel junction element and a second ferromagnetic tunnel junction element. The first ferromagnetic tunnel junction element and the second ferromagnetic tunnel junction element are formed adjacent to each other on a semiconductor substrate. A coil-shaped first write wiring is formed around the first ferromagnetic tunnel junction element and a coil-shaped second write wiring is formed around the second ferromagnetic tunnel junction element in such a manner that the winding direction of the first write wiring is opposite to the winding direction of the second write wiring.

(57) 要約: 一対の強磁性トンネル接合素子への記憶データの書込みを正確に行えるようにして信頼性を向上させた相補型の磁気記憶装置を提供することを課題とする。そこで本発明では、第1の強磁性トンネル接合素子と第2の強磁性トンネル接合素子とにそれぞれ相反する記憶データを記憶させる相補型の磁気記憶装置において、半導体基板上に前

(続葉有)

WO 2004/034469 A1

WO 2004/034469 A1



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

記第1の強磁性トンネル接合素子と前記第2の強磁性トンネル接合素子とを隣接させて形成し、前記第1の強磁性トンネル接合素子の周囲にコイル状の第1の書き込み用配線を形成するとともに、前記第2の強磁性トンネル接合素子の周囲にコイル状の第2の書き込み用配線を形成し、しかも、前記第1の書き込み用配線の巻回方向と前記第2の書き込み用配線の巻回方向とを互いに逆向きにした。

## 明 細 書

## 強磁性トンネル接合素子を用いた磁気記憶装置

## 技術分野

本発明は、強磁性トンネル接合素子を用いた磁気記憶装置に関するものである。

## 背景技術

近年、コンピュータの記憶媒体としては、高速に書込みが可能で、書込み回数に制限がなく、しかも、不揮発性のものが望まれており、これらの性能を有する記憶媒体として、固定磁化層と自由磁化層とをトンネル障壁層を介して積層することによって形成した強磁性トンネル接合素子が注目されている。

かかる強磁性トンネル接合素子は、自由磁化層を固定磁化層の磁化方向と同一方向（平行方向）に磁化した場合にはトンネル障壁層での抵抗値が所定の抵抗値よりも低くなる（これを、低抵抗状態と呼ぶ。）一方、自由磁化層を固定磁化層の磁化方向と反対方向（反平行方向）に磁化した場合にはトンネル障壁層での抵抗値が所定の抵抗値よりも高くなる（これを、高抵抗状態と呼ぶ。）といった特性を有している。

そして、強磁性トンネル接合素子は、自由磁化層での磁化方向に応じてトンネル障壁層での抵抗値が異なるといった上記の特性を利用して、自由磁化層を固定磁化層の磁化方向と同一方向に磁化するか或いは自由磁化層を固定磁化層の磁化方向と反対方向に磁化するかによって2つの異なる磁化方向の状態を形成し、かかる2つの異なる磁化方向の状態を「0」又は「1」のデータに対応させることによって、強磁性トンネル接合素子にデータを記憶するようにしたものである。

かかる強磁性トンネル接合素子を記憶媒体として用いた磁気記憶装置は、強磁性トンネル接合素子が2種類のデータのいずれのデータを記憶しているかを判定することによって、強磁性トンネル接合素子からデータを読み出すようにしており、

そのためには、強磁性トンネル接合素子が高抵抗状態となっているか或いは低抵抗状態となっているかを判定する必要がある。

このような強磁性トンネル接合素子の抵抗状態が高抵抗状態か低抵抗状態かを簡単な構成で判定できるようにした磁気記憶装置としては、第1及び第2の強磁性トンネル接合素子にそれぞれ相反する記憶データを記憶させ、第1の強磁性トンネル接合素子の抵抗値と第2の強磁性トンネル接合素子の抵抗値とを比較することによって第1の強磁性トンネル接合素子の抵抗状態が高抵抗状態か低抵抗状態かを判断する相補型の磁気記憶装置が知られている。

かかる相補型の磁気記憶装置は、1個のデータを記憶するために第1の強磁性トンネル接合素子と第2の強磁性トンネル接合素子との一対（2個）の強磁性トンネル接合素子を同一半導体基板上に隣接させて形成し、書込み時には、第1の強磁性トンネル接合素子に記憶データを書込むとともに、第2の強磁性トンネル接合素子に第1の強磁性トンネル接合素子と相反する記憶データを書込み、その後、読出し時には、これら2個の強磁性トンネル接合素子の抵抗値を比較し、第1の強磁性トンネル接合素子の抵抗値が第2の強磁性トンネル接合素子の抵抗値よりも高い場合には第1の強磁性トンネル接合素子が高抵抗状態となっていると判定する一方、第1の強磁性トンネル接合素子の抵抗値が第2の強磁性トンネル接合素子の抵抗値よりも低い場合には第1の強磁性トンネル接合素子が低抵抗状態となっていると判定するようにしていた（たとえば、米国特許第6191989号明細書参照。）。

ところが、上記従来の相補型の磁気記憶装置にあつては、1個の記憶データを記憶するために第1の強磁性トンネル接合素子及び第2の強磁性トンネル接合素子に相反する記憶データを記憶させており、1個の記憶データを記憶するために2個の強磁性トンネル接合素子に記憶を行わなければならない、第1及び第2の強磁性トンネル接合素子の磁化方向を変更させるための書込み電流が倍増してしまい、磁気記憶装置の消費電力が増大するおそれがあった。

一方、強磁性トンネル接合素子を用いた磁気記憶装置においては、書込み時の

消費電力を低減するために、強磁性トンネル接合素子の周囲に書込み用配線をコイル状に巻回した構造のものが知られている（たとえば、米国特許第 5 7 3 2 0 1 6 号明細書参照。）。

かかる磁気記憶装置では、書込み用配線をコイル状に形成しているために、少ない書込み電流で効率よく書込み磁力を発生させることができ、これにより書込み時の消費電力を低減させている。

したがって、上記従来の書込み用配線をコイル状に形成する技術を相補型の磁気記憶装置に適用した構成とすることが考えられる。すなわち、半導体基板上に第 1 及び第 2 の強磁性トンネル接合素子を隣接させて形成し、第 1 の強磁性トンネル接合素子の周囲にコイル状の第 1 の書込み用配線を配設するとともに、第 2 の強磁性トンネル接合素子の周囲にコイル状の第 2 の書込み用配線を配設して相補型の磁気記憶装置を構成することが考えられる。

ところが、第 1 及び第 2 の強磁性トンネル接合素子の周囲にコイル状の第 1 及び第 2 の書込み用配線を形成する場合に、第 1 の書込み用配線の巻回方向と第 2 の書込み用配線の巻回方向とを同一方向にしてしまうと、第 1 の書込み用配線への通電によって生じる書込み磁力の方向と第 2 の書込み用配線への通電によって生じる書込み磁力の方向も同一方向になる。

そして、その場合には、第 1 の書込み用配線の外部に形成される磁力の向きと第 2 の書込み用配線の外部に形成される磁力の向きとが同一方向となり、外部の磁力同士が干渉しあい、書込み磁力の大きさや方向が変化してしまい、第 1 及び第 2 の強磁性トンネル接合素子に記憶データを正確に書込めなくなるおそれがある。

また、上記不具合を解消するために第 1 の強磁性トンネル接合素子と第 2 の強磁性トンネル接合素子との間に磁気シールドを形成して外部の磁力同士の干渉を防止することもできるが、その場合には、第 1 の強磁性トンネル接合素子と第 2 の強磁性トンネル接合素子との間に磁気シールドを形成するためのスペースが必要となり、磁気記憶装置が大型化してしまうおそれがある。

#### 発明の開示

そこで、請求の範囲第1項に係る本発明では、第1の強磁性トンネル接合素子と第2の強磁性トンネル接合素子とにそれぞれ相反する記憶データを記憶させる相補型の磁気記憶装置において、半導体基板上に前記第1の強磁性トンネル接合素子と前記第2の強磁性トンネル接合素子とを隣接させて形成し、前記第1の強磁性トンネル接合素子の周囲に第1の書き込み用配線をコイル状に巻回するとともに、前記第2の強磁性トンネル接合素子の周囲に第2の書き込み用配線をコイル状に巻回し、しかも、前記第1の書き込み用配線の巻回方向と前記第2の書き込み用配線の巻回方向とを互いに逆向きにした。

また、請求の範囲第2項に係る本発明では、前記請求の範囲第1項に係る本発明において、前記第1の書き込み用配線の終端部に前記第2の書き込み用配線の始端部を接続して一連の書き込み用配線とした。

また、請求の範囲第3項に係る本発明では、前記請求の範囲第1項又は請求の範囲第2項記載の本発明において、前記第1の書き込み用配線及び第2の書き込み用配線は、前記第1の強磁性トンネル接合素子及び前記第2の強磁性トンネル接合素子の直上方位位置又は直下方位置において固定磁化層の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部を形成した。

また、請求の範囲第4項に係る本発明では、前記請求の範囲第1項又は請求の範囲第2項に係る本発明において、前記第1の書き込み用配線及び第2の書き込み用配線は、前記第1の強磁性トンネル接合素子及び前記第2の強磁性トンネル接合素子の上方及び下方において前記第1の強磁性トンネル接合素子及び前記第2の強磁性トンネル接合素子の固定磁化層の磁化方向と略直交する向きに伸延させた上下側書き込み用配線を有し、しかも、前記上下側書き込み用配線のうちの少なくともいずれか一方に、前記第1の強磁性トンネル接合素子及び前記第2の強磁性トンネル接合素子の直上方位位置又は直下方位置において前記固定磁化層の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部を設けた。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、強磁性トンネル接合素子を示す説明図。

図 2 は、第 1 の実施の形態に係る磁気記憶装置を示す斜視図。

図 3 は、同平面図。

図 4 は、第 2 の実施の形態に係る磁気記憶装置を示す斜視図。

図 5 は、同平面図。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明に係る強磁性トンネル接合素子を用いた磁気記憶装置は、同一の半導体基板上に第 1 の強磁性トンネル接合素子と第 2 の強磁性トンネル接合素子とを同強磁性トンネル接合素子の固定磁化層の磁化方向と直交する方向に向けて間隔をあけて隣接させて形成し、これらの第 1 の強磁性トンネル接合素子と第 2 の強磁性トンネル接合素子とにそれぞれ相反する記憶データ（たとえば、「0」と「1」）を記憶させる相補型の磁気記憶装置である。

しかも、本発明においては、第 1 の強磁性トンネル接合素子の周囲に第 1 の書き込み用配線をコイル状に巻回するとともに、第 2 の強磁性トンネル接合素子の周囲に第 2 の書き込み用配線をコイル状に巻回したものである。

このように、本発明では、第 1 及び第 2 の強磁性トンネル接合素子の周囲に第 1 及び第 2 の書き込み用配線をコイル状に形成することによって、少ない書き込み電流で効率よく書き込み磁力を発生させることができ、これにより、磁気記憶装置を相補型に構成した場合であっても、書き込み時の消費電力を低減させることができる。

さらに、本発明においては、第 1 の書き込み用配線の巻回方向と第 2 の書き込み用配線の巻回方向とを互いに逆向きにしている。

このように、隣接する第 1 の書き込み用配線と第 2 の書き込み用配線との巻回方向を互いに逆向きにすると、第 1 及び第 2 の強磁性トンネル接合素子に相反する記憶データを書込むときに発生する磁界が閉ループとなり、第 1 の強磁性トンネル

接合素子の自由磁化層を磁化するための磁力と第2の強磁性トンネル接合素子の自由磁化層を磁化するための磁力との干渉がなくなり、第1及び第2の強磁性トンネル接合素子に記憶データを正確に書込むことができ、磁気記憶装置の信頼性を向上させることができる。

特に、第1の書込み用配線の終端部に前記第2の書込み用配線の始端部を接続して一連の書込み用配線とした場合には、書込み用配線の占有面積を可及的に少なくすることができ、磁気記憶装置の小型化を図ることができる。

また、第1の書込み用配線及び第2の書込み用配線の構成として、第1の強磁性トンネル接合素子及び第2の強磁性トンネル接合素子の上方及び下方において第1の強磁性トンネル接合素子及び第2の強磁性トンネル接合素子の固定磁化層の磁化方向と略直交する向きに伸延させた上下側書込み用配線を有し、しかも、上下側書込み用配線のうちの少なくともいずれか一方に、第1の強磁性トンネル接合素子及び第2の強磁性トンネル接合素子の直上方位位置又は直下方位置において固定磁化層の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部を設けた構成とした場合には、固定磁化層の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部を流れる書込み電流により発生する磁力の作用によって、自由磁化層に作用する書込み磁力の向きが固定磁化層の磁化方向に対して傾いてアシスト効果を生じさせることができ、少ない書込み電流によっても自由磁化層の磁化方向を円滑に変更することができるので、磁気記憶装置の低消費電力化を図ることができる。

特に、平行配線部を第1の強磁性トンネル接合素子及び第2の強磁性トンネル接合素子の直上方位位置又は直下方位置に形成することによって、平行配線部と強磁性トンネル接合素子との距離を可及的に短くすることができ、これにより、アシスト効果を増大させることができる。

以下に、本発明の具体的な実施の形態について図面を参照しながら説明する。

本発明に係る磁気記憶装置1の説明に先立ち、強磁性トンネル接合素子2の構造について説明すると、図1に示すように、強磁性トンネル接合素子2は、薄膜状の固定磁化層3と薄膜状の自由磁化層4とをトンネル障壁層5を介して積層し



たものである。

ここで、固定磁化層 3 は、強磁性体（例えば、CoFe）からなり、常に一定の方向に向けて磁化されている。また、自由磁化層 4 は、強磁性体（例えば、NiFe）からなり、固定磁化層 3 の磁化方向と同一方向（平行方向）又は反対方向（反平行方向）に向けて磁化されている。さらに、トンネル障壁層 5 は、絶縁体（例えば、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>）からなる。

かかる強磁性トンネル接合素子 2 は、自由磁化層 4 を固定磁化層 3 の磁化方向と同一方向に磁化した場合（図 1 中、一点鎖線で示す場合）にはトンネル障壁層 5 での抵抗値が所定の抵抗値よりも低くなる一方、自由磁化層 4 を固定磁化層 3 の磁化方向と反対方向に磁化した場合（図 1 中、二点鎖線で示す場合）にはトンネル障壁層 5 での抵抗値が所定の抵抗値よりも高くなるといった特性を有しており、自由磁化層 4 を固定磁化層 3 の磁化方向と同一方向に磁化するか或いは自由磁化層 4 を固定磁化層 3 の磁化方向と反対方向に磁化するかによって 2 つの異なる磁化方向の状態を形成し、かかる 2 つの異なる磁化方向の状態を「0」又は「1」のデータに対応させることによって、強磁性トンネル接合素子 2 にデータを記憶するようにしたものである。

次に、本発明に係る磁気記憶装置 1 の構造について説明する。

（第 1 の実施の形態）

図 2 及び図 3 は、本発明の第 1 の実施の形態に係る磁気記憶装置 1 を示した図である。

磁気記憶装置 1 は、同一の半導体基板 6 の表面上に第 1 の強磁性トンネル接合素子 7 と第 2 の強磁性トンネル接合素子 8 とを第 1 及び第 2 の強磁性トンネル接合素子 7, 8 の固定磁化層 3（図 1 参照）の磁化方向（図 2 及び図 3 においては、前後方向とする。）と直交する方向に向けて間隔をあけて隣接させて形成しており、これらの第 1 の強磁性トンネル接合素子 7 と第 2 の強磁性トンネル接合素子 8 とにそれぞれ相反する記憶データ（たとえば、「0」と「1」）を記憶させる相補型の記憶デバイスとしたものである。

ここで、磁気記憶装置 1 は、第 1 の強磁性トンネル接合素子 7 と第 2 の強磁性トンネル接合素子 8 とで 1 ビット分の記憶素子 9 を構成している。なお、実際には、磁気記憶装置 1 は、同一半導体基板 6 に複数ビット分の記憶素子 9 を左右及び上下に間隔を開けて形成しているが、ここでは、理解を容易なものとするために 1 ビット分の記憶素子 9 に注目して説明を行う。

記憶素子 9 は、図 2 に示すように、第 1 の強磁性トンネル接合素子 7 の周囲にコイル状の第 1 の書込み用配線 10 を形成するとともに、第 2 の強磁性トンネル接合素子 8 の周囲にコイル状の第 2 の書込み用配線 11 を形成し、しかも、第 1 の書込み用配線 10 の終端部 12 に第 2 の書込み用配線 11 の始端部 13 を連結部 14 を介して接続して一連の書込み用配線 15 としており、さらには、第 1 の書込み用配線 10 の巻回方向（図 2 においては、時計回り）と第 2 の書込み用配線 11 の巻回方向（図 2 においては、反時計回り）とを互いに逆向きにしている。

書込み用配線 15 の構成について詳細に説明すると、第 1 の書込み用配線 10 は、図 2 及び図 3 に示すように、第 1 の強磁性トンネル接合素子 7 の上方において第 1 の強磁性トンネル接合素子 7 の固定磁化層 3 の磁化方向（図 3 においては、下向き）と略直交する向きに伸延する 6 本の上側書込み用配線 16 と、第 1 の強磁性トンネル接合素子 7 の下方において第 1 の強磁性トンネル接合素子 7 の固定磁化層 3 の磁化方向（図 3 においては、下向き）と略直交する向きに伸延する 6 本の下側書込み用配線 17 とを、上側書込み用配線 16 及び下側書込み用配線 17 の左右端縁部でスルーホール 18 を介して接続して、図 2 に示すように第 1 の強磁性トンネル接合素子 7 の周囲に時計回りにコイル状に巻回した構成となっている。

しかも、第 1 の書込み用配線 10 は、下側書込み用配線 17 の端部又は中途部に第 1 の強磁性トンネル接合素子 7 の直下方位置において固定磁化層 3 の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部 19 を形成している。

第 2 の書込み用配線 11 は、図 2 及び図 3 に示すように、第 2 の強磁性トンネル接合素子 8 の上方において第 2 の強磁性トンネル接合素子 8 の固定磁化層 3 の磁化方向（図 3 においては、下向き）と略直交する向きに伸延する 6 本の上側書込

み用配線20と、第2の強磁性トンネル接合素子8の下方において第2の強磁性トンネル接合素子8の固定磁化層3の磁化方向（図3においては、下向き）と略直交する向きに伸延する6本の下側書込み用配線21とを、上側書込み用配線20及び下側書込み用配線21の左右端縁部でスルーホール22を介して接続して、図2に示すように第2の強磁性トンネル接合素子8の周囲に反時計回りにコイル状に巻回した構成となっている。

しかも、第2の書込み用配線11は、下側書込み用配線21の端部又は中途部に第2の強磁性トンネル接合素子8の直下位置において固定磁化層3の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部23を形成している。

なお、第1の書込み用配線10の終端部12となる上側書込み用配線16の右側端部は、第2の書込み用配線11の始端部13となる上側書込み用配線20の右側端部に連結部14を介して接続している。図中、24, 25は、第1及び第2の強磁性トンネル接合素子7, 8の自由磁化層4に接続した読出し用配線である。

磁気記憶装置1は、以上に説明したように構成しており、書込み用配線15に通電することによって、コイル状の第1及び第2の書込み用配線10, 11で反対向きの磁力が発生し、かかる磁力が第1及び第2の強磁性トンネル接合素子7, 8の自由磁化層4に作用して、第1の強磁性トンネル接合素子7の自由磁化層4と第2の強磁性トンネル接合素子8の自由磁化層4とを反対の方向に磁化し、これにより、第1の強磁性トンネル接合素子7と第2の強磁性トンネル接合素子8とにそれぞれ相反する記憶データを記憶させることができる。

すなわち、書込み用配線15の始端部26から終端部27に向けて通電すると、第1の書込み用配線10においては、始端部26から終端部12に向けて通電し、これにより、第1の強磁性トンネル接合素子7の自由磁化層4に対して前方から後方に向けた磁力（すなわち、第1の強磁性トンネル接合素子7の固定磁化層3の磁化方向と反対方向の磁力）が発生し、第1の強磁性トンネル接合素子7の自由磁化層4を固定磁化層3の磁化方向と反対方向に向けて磁化させることができ、一方、第2の書込み用配線11においては、始端部13から終端部27に向けて通電し、これ

により、第2の強磁性トンネル接合素子8の自由磁化層4に対して後方から前方に向けた磁力（すなわち、第2の強磁性トンネル接合素子8の固定磁化層3の磁化方向と同一方向の磁力）が発生し、第1の強磁性トンネル接合素子7の自由磁化層4を固定磁化層3の磁化方向と同一方向に向けて磁化させることができる。

逆に、書き込み用配線15の終端部27から始端部26に向けて通電すると、第1の書き込み用配線10においては、終端部12から始端部26に向けて通電し、これにより、第1の強磁性トンネル接合素子7の自由磁化層4に対して後方から前方に向けた磁力（すなわち、第1の強磁性トンネル接合素子7の固定磁化層3の磁化方向と同一方向の磁力）が発生し、第1の強磁性トンネル接合素子7の自由磁化層4を固定磁化層3の磁化方向と同一方向に向けて磁化させることができ、一方、第2の書き込み用配線11においては、終端部27から始端部13に向けて通電し、これにより、第2の強磁性トンネル接合素子8の自由磁化層4に対して前方から後方に向けた磁力（すなわち、第2の強磁性トンネル接合素子8の固定磁化層3の磁化方向と反対方向の磁力）が発生し、第1の強磁性トンネル接合素子7の自由磁化層4を固定磁化層3の磁化方向と反対方向に向けて磁化させることができる。

以上に説明したように、本実施の形態では、第1及び第2の書き込み用配線10, 11をコイル状に形成しているため、少ない書き込み電流で効率よく書き込み磁力を発生させることができ、これにより書き込み時の消費電力を低減させることができる。

しかも、本実施の形態では、第1の書き込み用配線10の巻回方向と第2の書き込み用配線11の巻回方向とを互いに逆向きにしているため、第1及び第2の強磁性トンネル接合素子7, 8に相反する記憶データを書込むときに、第1の強磁性トンネル接合素子7に作用する磁力と第2の強磁性トンネル接合素子8に作用する磁力とが反対向きとなって磁界が閉ループ状に形成されることになり、第1の強磁性トンネル接合素子7の自由磁化層4を磁化するための磁力と第2の強磁性トンネル接合素子8の自由磁化層4を磁化するための磁力との干渉がなくなり、第1及び第2の強磁性トンネル接合素子7, 8に記憶データを正確に書込むことができ、磁気記憶装置1の信頼性を向上させることができる。

また、所定の記憶素子 9 に記憶データを書込む際に、書込み磁力が閉ループとなることから、所定の記憶素子 9 への書込み磁力が周囲の他の記憶素子 9 に影響を及ぼすことがなくなり、他の記憶素子 9 の記憶状態を変更してしまうことがなく、これによっても磁気記憶装置 1 の信頼性を向上させることができる。

また、本実施の形態では、第 1 の書込み用配線 10 の終端部 12 に第 2 の書込み用配線 11 の始端部 13 を接続して一連の書込み用配線 15 としているため、書込み用配線 15 の始端部 26 から終端部 27 に向けて、或いは書込み用配線 15 の終端部 27 から始端部 26 に向けて通電するだけで、第 1 及び第 2 の強磁性トンネル接合素子 7, 8 に互いに相反する記憶データを記憶させることができ、書込み用配線 11 の構成を簡単かつ製造容易なものとすることができ、磁気記憶装置 1 の製造コストの低廉化を図ることができるとともに、半導体基板 6 における書込み用配線 15 の占有面積を可及的に少なくすることができ、磁気記憶装置 1 の小型化を図ることができる。

さらに、本実施の形態では、第 1 の書込み用配線 10 及び第 2 の書込み用配線 11 の下側書込み用配線 17, 21 に第 1 の強磁性トンネル接合素子 7 及び第 2 の強磁性トンネル接合素子 8 の直下方位置において固定磁化層 3 の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部 19, 23 を設けているため、固定磁化層 3 の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部 19, 23 を流れる書込み電流により発生する磁力の作用によって、自由磁化層 4 に作用する書込み磁力の向きが固定磁化層 3 の磁化方向に対して傾くことによるアシスト効果を生じさせることができ、少ない書込み電流によっても自由磁化層 4 の磁化方向を円滑に変更することができるので、磁気記憶装置 1 の低消費電力化を図ることができる。

#### (第 2 の実施の形態)

上述した第 1 の実施の形態においては、第 1 及び第 2 の書込み用配線 10, 11 の下側書込み用配線 17, 21 にだけ固定磁化層 3 の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部 19, 23 を設けているが、本発明は、かかる構成に限定されるものではなく、第 1 の書込み用配線又は第 2 の書込み用配線の上側書込み用配線又は下側書込み用配線の少なくともいずれか一方に平行配線部が形成されていればよく、第

## 1 2

1 の書込み用配線及び第 2 の書込み用配線の上側書込み用配線及び下側書込み用配線に平行配線部を形成してもよい。

すなわち、図 4 及び図 5 に示す磁気記憶装置 31 は、前記磁気記憶装置 1 と同様に、同一の半導体基板 36 の表面上に第 1 の強磁性トンネル接合素子 37 と第 2 の強磁性トンネル接合素子 38 とを第 1 及び第 2 の強磁性トンネル接合素子 37, 38 の固定磁化層 3 (図 1 参照) の磁化方向 (図 4 及び図 5 においては、前後方向とする。) と直交する方向に向けて間隔をあけて隣接させて形成している。なお、磁気記憶装置 31 は、第 1 の強磁性トンネル接合素子 37 と第 2 の強磁性トンネル接合素子 38 とで 1 ビット分の記憶素子 39 を構成しており、同一半導体基板 36 に複数ビット分の記憶素子 39 を左右及び上下に間隔を開けて形成しているが、ここでは、理解を容易なものとするために 1 ビット分の記憶素子 39 に注目して説明を行う。

記憶素子 39 は、図 4 に示すように、第 1 の強磁性トンネル接合素子 37 の周囲にコイル状の第 1 の書込み用配線 40 を形成するとともに、第 2 の強磁性トンネル接合素子 38 の周囲にコイル状の第 2 の書込み用配線 41 を形成し、しかも、第 1 の書込み用配線 40 の終端部 42 に第 2 の書込み用配線 41 の始端部 43 を連結部 44 を介して接続して一連の書込み用配線 45 としており、さらには、第 1 の書込み用配線 40 の巻回方向 (図 4 においては、時計回り) と第 2 の書込み用配線 41 の巻回方向 (図 4 においては、反時計回り) とを互いに逆向きにしている。

書込み用配線 45 の構成について詳細に説明すると、第 1 の書込み用配線 40 は、図 4 及び図 5 に示すように、第 1 の強磁性トンネル接合素子 37 の上方において第 1 の強磁性トンネル接合素子 37 の固定磁化層 3 の磁化方向 (図 5 においては、下向き) と略直交する向きに伸延する 4 本の上側書込み用配線 46 と、第 1 の強磁性トンネル接合素子 37 の下方において第 1 の強磁性トンネル接合素子 37 の固定磁化層 3 の磁化方向 (図 5 においては、下向き) と略直交する向きに伸延する 5 本の下側書込み用配線 47 とを、上側書込み用配線 46 及び下側書込み用配線 47 の左右端縁部でスルーホール 48 を介して接続して、図 4 に示すように第 1 の強磁性トンネル接合素子 37 の周囲に時計回りにコイル状に巻回した構成となっている。

## 1 3

しかも、第 1 の書込み用配線 40 は、上側書込み用配線 46 の端部又は中途部に第 1 の強磁性トンネル接合素子 37 の直上方位位置において固定磁化層 3 の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部 49a を形成している。

また、第 1 の書込み用配線 40 は、下側書込み用配線 47 の端部又は中途部に第 1 の強磁性トンネル接合素子 37 の直下方位置において固定磁化層 3 の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部 49b を形成している。

第 2 の書込み用配線 41 は、図 4 及び図 5 に示すように、第 2 の強磁性トンネル接合素子 38 の上方において第 2 の強磁性トンネル接合素子 38 の固定磁化層 3 の磁化方向（図 5 においては、下向き）と略直交する向きに伸延する 4 本の上側書込み用配線 50 と、第 2 の強磁性トンネル接合素子 38 の下方において第 2 の強磁性トンネル接合素子 38 の固定磁化層 3 の磁化方向（図 5 においては、下向き）と略直交する向きに伸延する 5 本の下側書込み用配線 51 とを、上側書込み用配線 50 及び下側書込み用配線 51 の左右端縁部でスルーホール 52 を介して接続して、図 4 に示すように第 2 の強磁性トンネル接合素子 38 の周囲に反時計回りにコイル状に巻回した構成となっている。

しかも、第 2 の書込み用配線 41 は、上側書込み用配線 50 の端部又は中途部に第 2 の強磁性トンネル接合素子 38 の直上方位位置において固定磁化層 3 の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部 53a を形成している。

また、第 2 の書込み用配線 41 は、下側書込み用配線 51 の端部又は中途部に第 2 の強磁性トンネル接合素子 38 の直下方位置において固定磁化層 3 の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部 53b を形成している。

なお、第 1 の書込み用配線 40 の終端部 42 となる下側書込み用配線 47 の左側端部は、第 2 の書込み用配線 41 の始端部 43 となる下側書込み用配線 51 の左側端部に連結部 44 を介して接続している。図中、54, 55 は、第 1 及び第 2 の強磁性トンネル接合素子 37, 38 の自由磁化層 4 に接続した読出し用配線である。

このように、本実施の形態では、第 1 の書込み用配線 40 及び第 2 の書込み用配線 41 の上側書込み用配線 46, 50 及び下側書込み用配線 47, 51 に平行配線部

49a, 49b, 53a, 53bをそれぞれ形成している。

#### 産業上の利用可能性

本発明は、以上に説明したような形態で実施され、以下に記載されるような効果を奏する。

(1) 請求の範囲第1項記載の本発明では、第1の強磁性トンネル接合素子の周囲にコイル状の第1の書き込み用配線を形成するとともに、第2の強磁性トンネル接合素子の周囲にコイル状の第2の書き込み用配線を形成しているため、少ない書き込み電流で効率よく書き込み磁力を発生させることができ、これにより書き込み時の消費電力を低減させることができるので、磁気記憶装置の低消費電力化を図ることができる。

しかも、第1の書き込み用配線の巻回方向と第2の書き込み用配線の巻回方向とを互いに逆向きにしているため、第1及び第2の強磁性トンネル接合素子に相反する記憶データを書込むときに発生する磁界が閉ループとなり、第1の強磁性トンネル接合素子の自由磁化層を磁化するための磁力と第2の強磁性トンネル接合素子の自由磁化層を磁化するための磁力との干渉がなくなり、第1及び第2の強磁性トンネル接合素子に記憶データを正確に書込むことができ、磁気記憶装置の信頼性を向上させることができる。

(2) 請求の範囲第2項に係る本発明では、第1の書き込み用配線の終端部に前記第2の書き込み用配線の始端部を接続して一連の書き込み用配線としているため、書き込み用配線の占有面積を可及的に少なくすることができ、磁気記憶装置の小型化を図ることができる。

(3) 請求の範囲第3項に係る本発明では、第1の書き込み用配線及び第2の書き込み用配線が第1の強磁性トンネル接合素子及び前記第2の強磁性トンネル接合素子の直上方位位置又は直下方位置において固定磁化層の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部を有しているため、固定磁化層の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部を流れる書き込み電流により発生する磁力の作用によって、



自由磁化層に作用する書込み磁力の向きが固定磁化層の磁化方向に対して傾いてアシスト効果を生じさせることができ、少ない書込み電流によっても自由磁化層の磁化方向を円滑に変更することができるので、磁気記憶装置の低消費電力化を図ることができる。

(4) 請求の範囲第4項に係る本発明では、第1の書込み用配線及び第2の書込み用配線の構成として、第1の強磁性トンネル接合素子及び第2の強磁性トンネル接合素子の上方及び下方において第1の強磁性トンネル接合素子及び第2の強磁性トンネル接合素子の固定磁化層の磁化方向と略直交する向きに伸延させた上下側書込み用配線を有し、しかも、上下側書込み用配線のうちの少なくともいずれか一方に、第1の強磁性トンネル接合素子及び第2の強磁性トンネル接合素子の直上方位位置又は直下方位置において固定磁化層の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部を設けた構成としているため、固定磁化層の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部を流れる書込み電流により発生する磁力の作用によって、自由磁化層に作用する書込み磁力の向きが固定磁化層の磁化方向に対して傾いてアシスト効果を生じさせることができ、少ない書込み電流によっても自由磁化層の磁化方向を円滑に変更することができるので、磁気記憶装置の低消費電力化を図ることができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 第1の強磁性トンネル接合素子と第2の強磁性トンネル接合素子とにそれぞれ相反する記憶データを記憶させる相補型の磁気記憶装置において、

半導体基板上に前記第1の強磁性トンネル接合素子と前記第2の強磁性トンネル接合素子とを隣接させて形成し、前記第1の強磁性トンネル接合素子の周囲に第1の書き込み用配線をコイル状に巻回するとともに、前記第2の強磁性トンネル接合素子の周囲に第2の書き込み用配線をコイル状に巻回し、前記第1の書き込み用配線の巻回方向と前記第2の書き込み用配線の巻回方向とを互いに逆向きにすることを特徴とする強磁性トンネル接合素子を用いた磁気記憶装置。

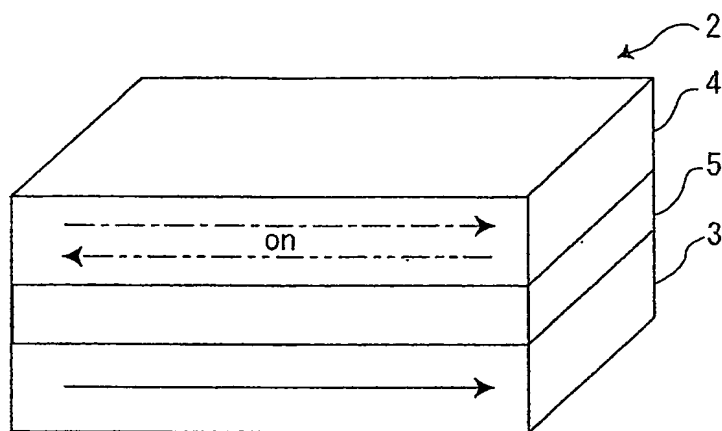
2. 前記第1の書き込み用配線の終端部に前記第2の書き込み用配線の始端部を接続して一連の書き込み用配線としたことを特徴とする請求の範囲第1項記載の強磁性トンネル接合素子を用いた磁気記憶装置。

3. 前記第1の書き込み用配線及び前記第2の書き込み用配線は、前記第1の強磁性トンネル接合素子及び前記第2の強磁性トンネル接合素子の直上方位置又は直下方位置において固定磁化層の磁化方向と略平行な向きに伸延する平行配線部を形成したことを特徴とする請求の範囲第1項又は請求の範囲第2項記載の磁気記憶装置。

4. 前記第1の書き込み用配線及び前記第2の書き込み用配線は、前記第1の強磁性トンネル接合素子及び前記第2の強磁性トンネル接合素子の上方及び下方において前記第1の強磁性トンネル接合素子及び前記第2の強磁性トンネル接合素子の固定磁化層の磁化方向と略直交する向きに伸延させた上下側書き込み用配線を有し、しかも、前記上下側書き込み用配線のうちの少なくともいずれか一方に、前記第1の強磁性トンネル接合素子及び前記第2の強磁性トンネル接合素子の直上方位置又は直下方位置において前記固定磁化層の磁化方向と略平行な向き

に伸延する平行配線部を設けたことを特徴とする請求の範囲第1項又は請求の範囲第2項記載の強磁性トンネル接合素子を用いた磁気記憶装置。

図 1



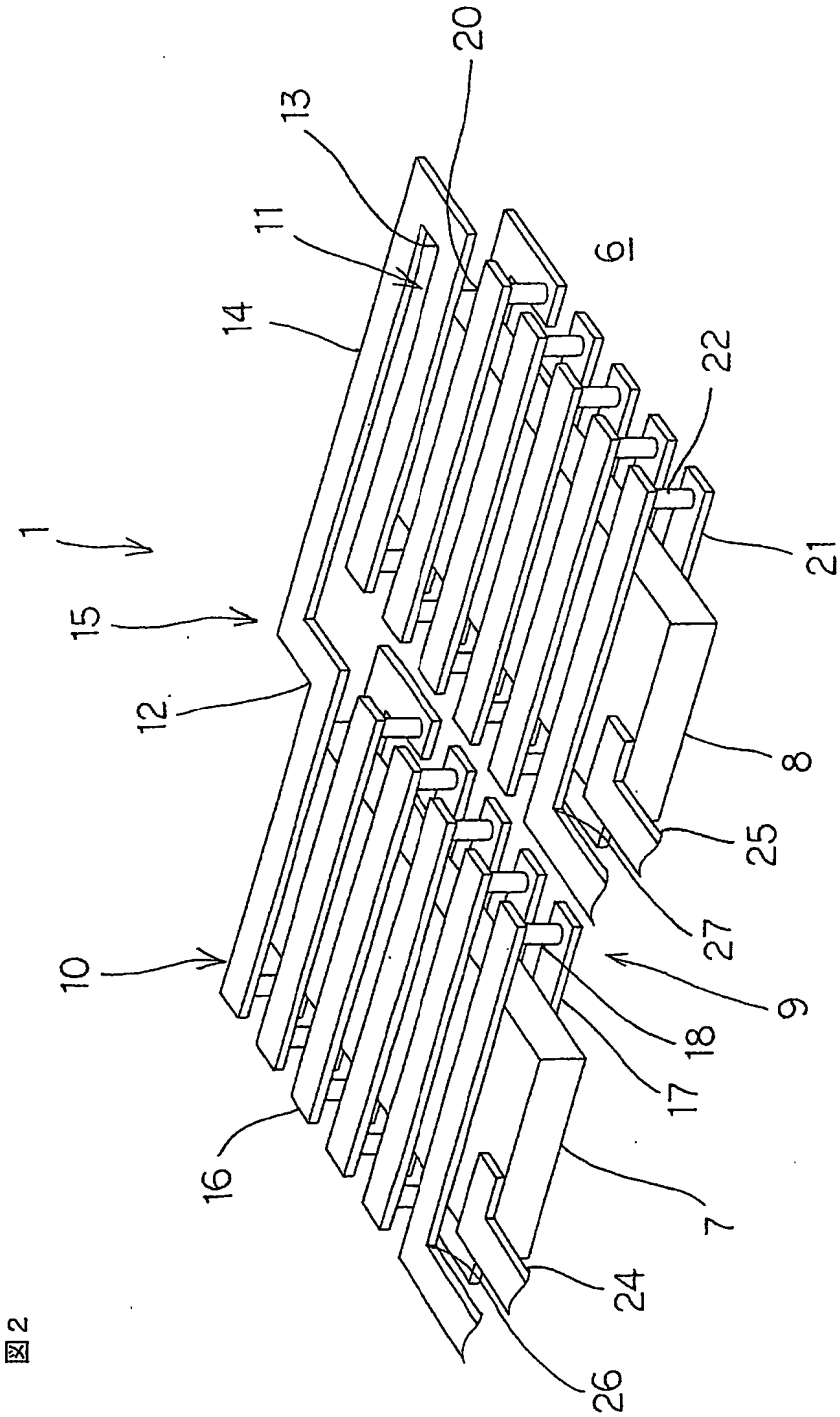
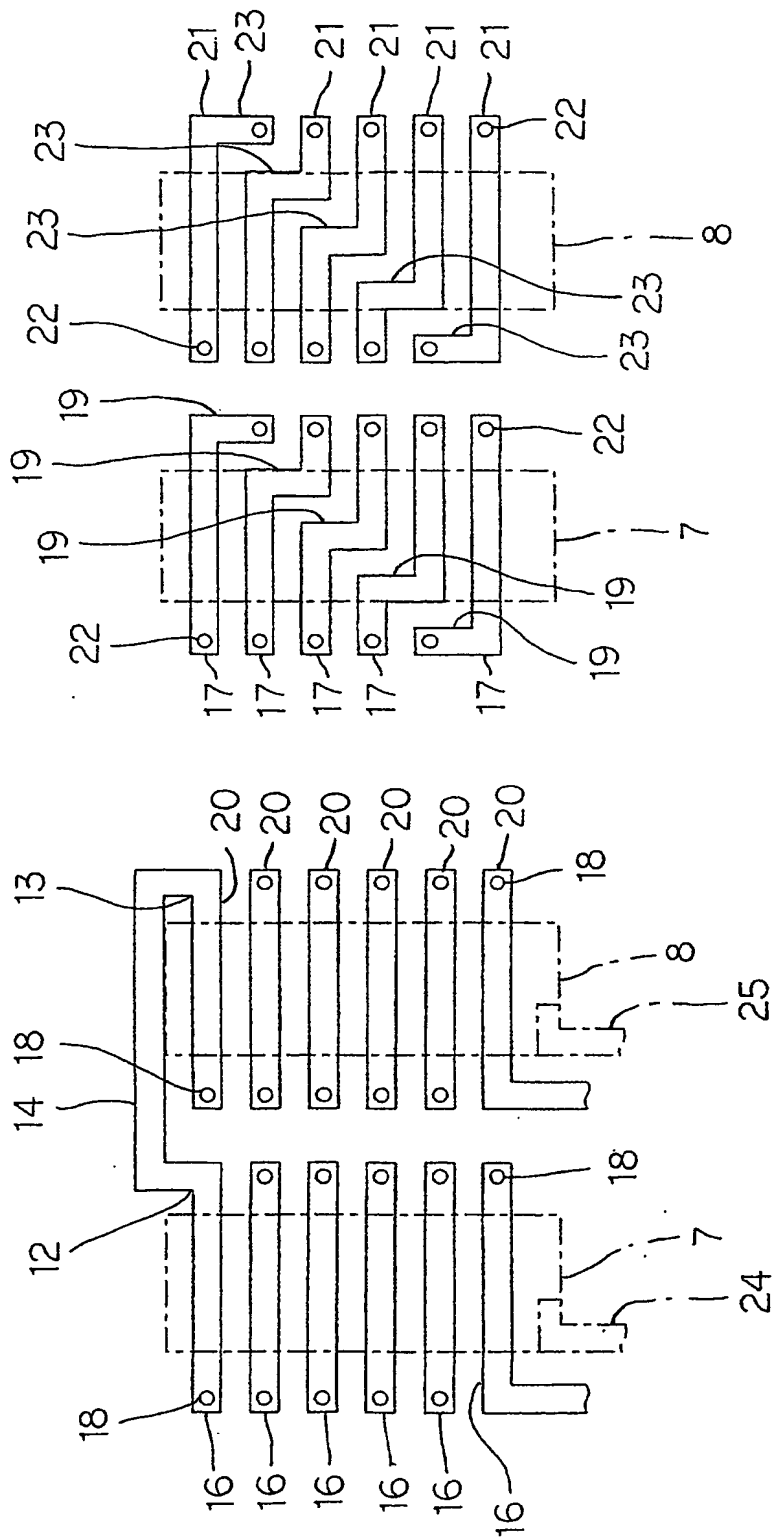


图 2

图 3



(a)

(b)

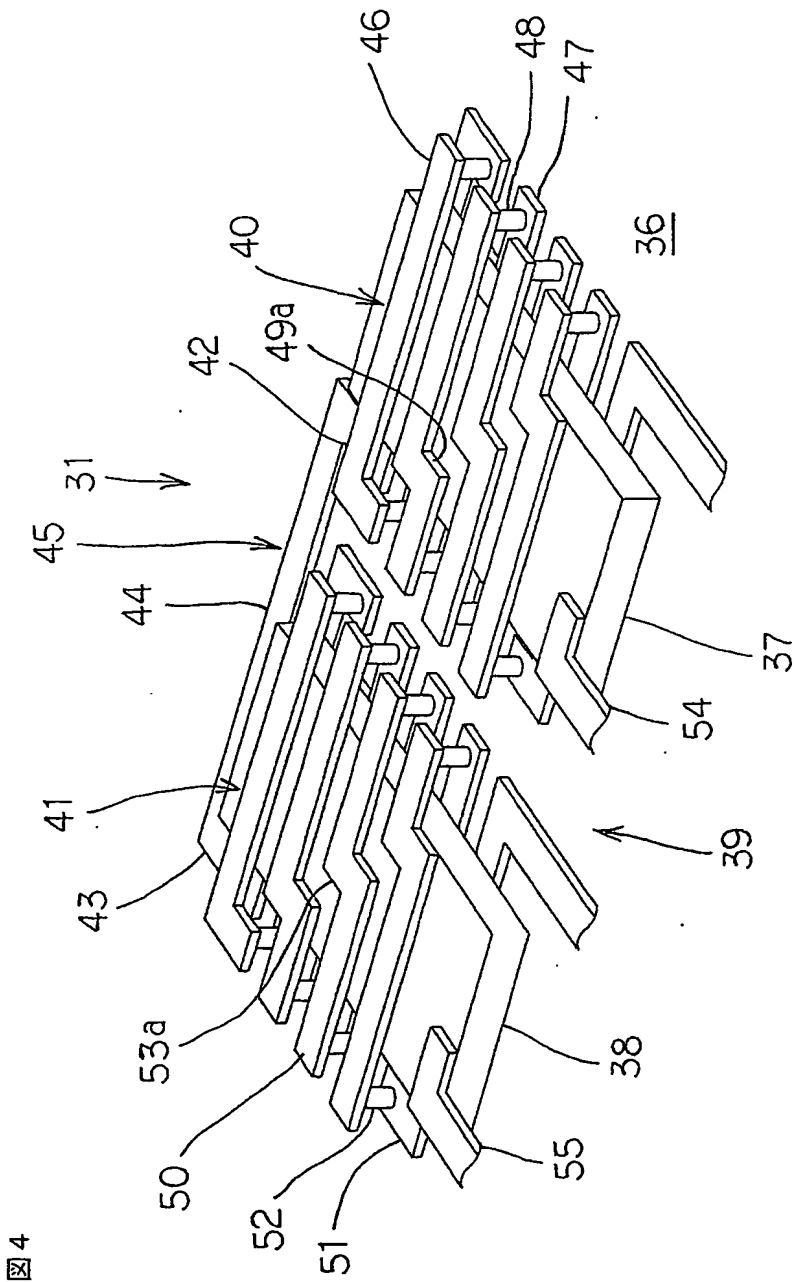
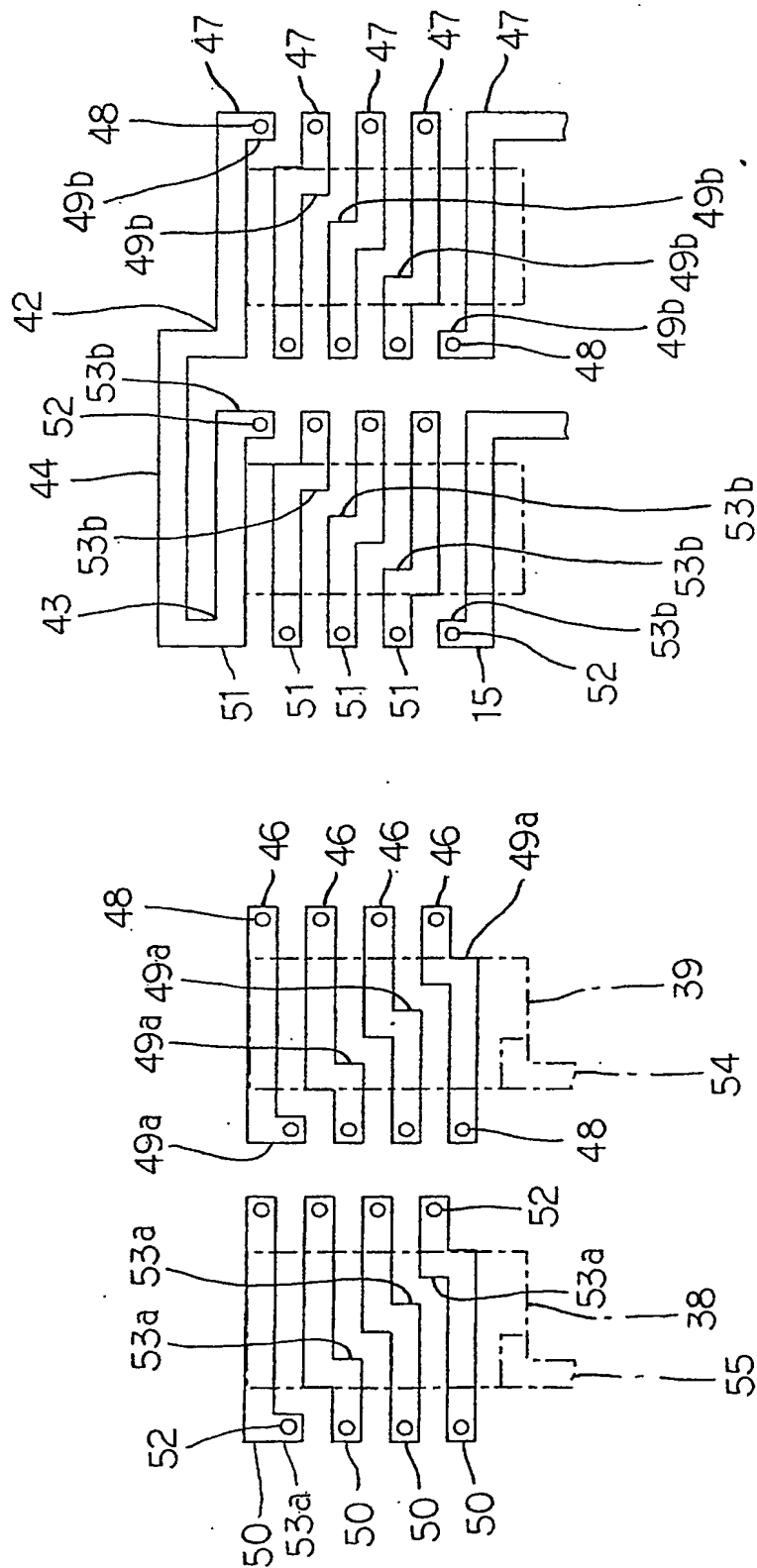


図4



5

6

(b)

(a)